

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-219358

(43)Date of publication of application : 19.08.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G02B 19/00

G02B 27/00

G03F 7/20

(21)Application number : 08-046644

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 07.02.1996

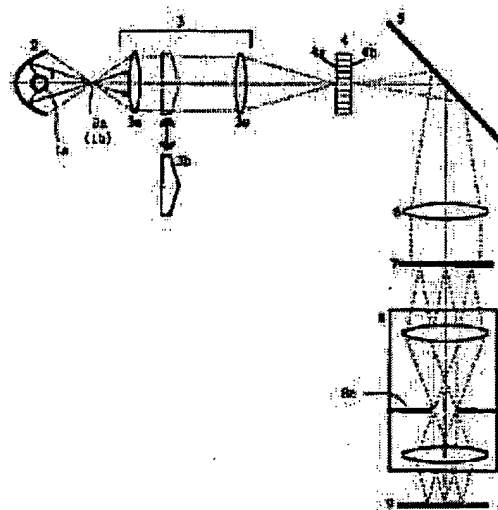
(72)Inventor : SUMIYOSHI YUHEI

(54) ALIGNER, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To expose in a projective way a pattern on an original plate to a substrate with a high resolution and a predetermined focal depth, by utilizing an inclined incident illumination method.

SOLUTION: Guiding a beam from a light source means 1 to an optical integrator 4 via an optical system 3, a pattern on the surface of an original plate 7 is illuminated by the beam from the outgoing surface of the optical integrator 4 to expose in a projective way the pattern to a substrate 9 through a projective optical system 8. Hereupon, in the optical system 3, an optical element 3b is provided in the position having a pupil relation to the incident surface of the optical integrator 4 to obtain by this optical element 3b an optical intensity distribution with a predetermined value in the central region of the pupil surface of the projective optical system 8 and obtain a plurality of optical intensity distributions with predetermined values in the equally spaced circumferential positions of the periphery of the central region.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]The light guide of the light flux from a light source means is carried out to an optical integrator via an optical system, A pattern on a negative side is illuminated by light flux from an emission face of this optical integrator, When carrying out projection exposure of this pattern on a substrate according to a projection optical system, this optical system has an optical element in a position which has a pupil relation to an entrance plane of this optical integrator, and by this optical element on a pupil surface of this projection optical system, An exposure device characterized by having the light intensity distribution of a predetermined value in the central region, and trying to have the light intensity distribution of two or more predetermined values in a position at equal intervals in a surrounding hoop direction of this central region.

[Claim 2]An exposure device of Claim 1, wherein said optical element comprises prism of **** dropping ***** in each ridge line and a vertical angle of 4 pyramid-like prism, 8 pyramid-like prism, or 4 pyramid-like prism.

[Claim 3]An exposure device of Claim 1, wherein said optical system has an optical means which can change a focal distance.

[Claim 4]An exposure device of Claim 1 being able to detach and attach said optical element freely from inside of an optical path.

[Claim 5]The light guide of the light flux from a light source means is carried out to an optical integrator via an optical system, A pattern on a negative side is illuminated by light flux from an emission face of this optical integrator, When carrying out projection exposure of this pattern on a substrate according to a projection optical system, near the emission face of this optical integrator, have a transmittance control means by which transmissivity differs selectively, and by this transmittance control means on a pupil surface of this projection optical system, An exposure device characterized by having the light intensity distribution of a predetermined value in the central region, and trying to have the light intensity distribution of two or more predetermined values in a position at equal intervals in a surrounding hoop direction of this central region.

[Claim 6]An exposure device of Claim 5 for which said transmittance control means is characterized by transmissivity of two or more fields having become a position at equal intervals from a large ND filter in a surrounding hoop direction of a central region compared with transmissivity of this central region.

[Claim 7]An exposure device of Claim 1 being able to detach and attach said transmittance control means freely from inside of an optical path.

[Claim 8]The light guide of the light flux from a light source means is carried out to an optical integrator via an optical system, A pattern on a negative side is illuminated by light flux from an emission face of this optical integrator, When carrying out projection exposure of this pattern on a substrate according to a projection optical system, near an entrance plane of this optical integrator, or/and the emission face, it has an opening or/and an adjustment device which can control transmissivity for each [which constitutes this optical integrator] microlens of every, An exposure device characterized by having the light intensity distribution of a predetermined value on a pupil surface of this projection optical system by this adjustment device in the central region, and trying to have the light intensity distribution of two or more predetermined values in a position at equal intervals in a surrounding hoop direction of this central region.

[Claim 9]An exposure device of Claim 8 being able to detach and attach said adjustment device freely from inside of an optical path.

[Claim 10]The light guide of the light flux from a light source means is carried out to an optical integrator via an optical system, A pattern on a negative side is illuminated by light flux from an emission face of this optical integrator, When carrying out projection exposure of this pattern on a substrate according to a projection optical system, have a diaphragm means of aperture shape specific ahead of an entrance plane of this optical integrator, and by this diaphragm means on a pupil surface of this projection optical system, An exposure device characterized by having the light intensity distribution of a predetermined value in the central region, and trying to have the light intensity distribution of two or more predetermined values in a position at equal intervals in a surrounding hoop direction of this central region.

[Claim 11]An exposure device of Claim 10, wherein said diaphragm means is movable to an optical axis direction.

[Claim 12]Claim 10 being able to detach and attach said diaphragm means freely from inside of an optical path, or 11 exposure devices.

[Claim 13]An exposure device of Claim 5, wherein said optical system has an optical means which can change a focal distance, 6 and 8, or 10.

[Claim 14]An exposure device of 13 given in any 1 clause from Claim 1 to which said optical system is characterized by trying for a luminescent surface of said light source means and an entrance plane of said optical integrator to serve as abbreviated conjugation relation.

[Claim 15]An exposure device of Claim 1, wherein said optical means is as exchangeable as other lens systems which differ in a zoom lens or a focal distance variable in a focal distance, 2, or 13.

[Claim 16]An exposure device of 15 given in any 1 clause from Claim 1, wherein said light source means uses an extra-high pressure mercury lamp.

[Claim 17]A manufacturing method of a device currently manufacturing a device using an exposure device of 16 given in any 1 clause from Claim 1.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]In what is called a stepper whose this invention is a manufacturing installation of various kinds of devices, such as IC, LSI, CCD, a liquid crystal panel, and a magnetic head, concerning the manufacturing method of the device which used an exposure device and it, It is suitable, when carrying out projection transfer of the circuit pattern on negatives (henceforth a "reticle"), such as a photo mask illuminated by the exposing light from a light source means, and a reticle, on the wafer surface which applied the sensitizing agent and manufacturing a device.

[0002]

[Description of the Prior Art]In the production technology of the latest semiconductor device, the trial which changes an exposure wavelength into i line from g line, and raises resolution by the exposing method using an ultrahigh pressure mercury lamp is performed [that it is various and]. Furthermore it is represented by excimer laser, the method of aiming at improvement in resolution is proposed [that it is various and] by using the pulsed light of short wavelength.

[0003]As a means which makes resolution small as an exposure device (method), a raise in NA and short wavelength formation occur. Although it is inversely proportional to NA by high NA-ization and resolution becomes small, simultaneously, the direction of the depth of focus is inversely proportional to the square of NA, and becomes still smaller. Since the thing with the large depth of focus is desirable, there is a limit in high NA-ization naturally.

[0004]on the other hand, these people by changing the lighting to a reticle side top with versatility, That is, by changing the light intensity distribution (effective light source distribution) of the zero order light formed on the pupil surface of a projection optical system, the projection aligner using the exposure method and it which heightened resolution more is proposed by JP,H4-267515,A or JP,H5-47628,A, for example.

[0005]The lighting proposed by these is called what is called oblique incidence Lighting Sub-Division, and zona-orbicularis Lighting Sub-Division and quadrupole Lighting Sub-Division are well known also especially in it. Zona-orbicularis illumination (Annular) has an effective light source configuration of the shape of an anchor ring 111 as shown in drawing 11 on the pupil surface of a projection optical system. By cutting the light near the center of the effective light source which is not contributed to image formation to thin line width using a diaphragm etc., this is the technology which is going to raise resolution. Quadrupole Lighting Sub-Division has the effective light sources 121-124 of four prescribed strength on the pupil surface of a projection optical system in the position of the circumferential direction which has a predetermined radius centering on the optic axis Sa as shown in drawing 12. By cutting the light of the cross field 125 in addition to the light near an effective light source center, the resolution and the depth of focus of a pattern of the direction in every direction are raised by leaps and bounds. Generally, in almost all cases, the circuit pattern of IC or LSI comprises a figure which has a neighborhood in the direction in every direction, and since there are few patterns which have a neighborhood in an oblique direction, such illumination especially is effective.

[0006]

[Problem to be solved by the invention]Although a deformation illumination method (oblique incidence lighting) heightens resolution or has the feature that the depth of focus can also be lengthened comparatively, on the other hand, there are the following problems.

- The approaching pattern adheres easily.
- The isolated pattern becomes thin easily.
- Illumination usually falls rather than Lighting Sub-Division.
- The roughness-and-fineness nature and directivity of a pattern have restriction. Especially quadrupole Lighting Sub-Division has the low resolution of a slanting pattern.

[0007]In order to solve these problems, these people have proposed the illumination which forms an effective light source similar to a gently-sloping quadrupole by adding the light of near an effective light source center and a cross field to the effective light source distribution of quadrupole Lighting Sub-Division to some extent by JP,H5-47639,A.

[0008]Drawing 13 is a mimetic diagram of the form of the effective light source at this time, without generating most faults which deformation illumination has, as moreover shown in drawing 14, the depth of focus of this illumination (it calls the following "illumination A") usually improves rather than Lighting Sub-Division — zona-orbicularis Lighting Sub-Division — abbreviated — the equivalent depth of focus has been obtained. In this illumination A, the illumination near an effective light source center to the light intensity of a peak About 10 to 40%, As for the position (distance from an effective light source center to a peak) of about 35 to 65%, and a peak, as for the illumination (illumination between peaks) between peaks, the result as which about $\sigma 0.5-0.6$ may be sufficient is obtained the peak [for].

[0009]The illumination A of the point by these people uses an incoherent-ized optical system of once dividing a beam of light into two or more beams of light, and laying it on top of them again using excimer laser as a light source.

[0010]This invention aiming at simplification of the whole illumination-light study system, and effective use of illumination luminous flux, when a light source means which improves the illumination A of the point by these people further, and emits incoherent lights, such as especially an extra-high pressure mercury lamp, is used. A pattern on a reticle side (on 1 negative) is illuminated

appropriately, and high resolution aims at offer of a manufacturing method of a device using an exposure device and it which were obtained easily.

[0011]

[Means for solving problem]An exposure device of this invention carries out the light guide of the light flux from a light source means (1-1) to an optical integrator via an optical system, A pattern on a negative side is illuminated by light flux from an emission face of this optical integrator, When carrying out projection exposure of this pattern on a substrate according to a projection optical system, this optical system has an optical element in a position which has a pupil relation to an entrance plane of this optical integrator, and by this optical element on a pupil surface of this projection optical system, It has the light intensity distribution of a predetermined value in the central region, and is characterized by trying to have the light intensity distribution of two or more predetermined values in a position at equal intervals in a surrounding hoop direction of this central region.

[0012]Said (1-1-1) especially optical element comprises prism of **** dropping ***** in each ridge line and a vertical angle of 4 pyramid-like prism, 8 pyramid-like prism, or 4 pyramid-like prism, (1-1-2) It is characterized by the ability to detach and attach [that said optical system has an optical means which can change a focal distance, and] said (1-1-3) optical element freely from inside of an optical path.

[0013](1-2) The light guide of the light flux from a light source means is carried out to an optical integrator via an optical system, A pattern on a negative side is illuminated by light flux from an emission face of this optical integrator, When carrying out projection exposure of this pattern on a substrate according to a projection optical system, near the emission face of this optical integrator, have a transmittance control means by which transmissivity differs selectively, and by this transmittance control means on a pupil surface of this projection optical system, It has the light intensity distribution of a predetermined value in the central region, and is characterized by trying to have the light intensity distribution of two or more predetermined values in a position at equal intervals in a surrounding hoop direction of this central region.

[0014]It is characterized by the ability to detach and attach [that, especially as for said (1-2-1) transmittance control means, transmissivity of two or more fields became a position at equal intervals from a large ND filter in a surrounding hoop direction of a central region compared with transmissivity of this central region, and] said (1-2-2) transmittance control means freely from inside of an optical path.

[0015](1-3) The light guide of the light flux from a light source means is carried out to an optical integrator via an optical system, The pattern on a negative side is illuminated by the light flux from the emission face of this optical integrator, When carrying out projection exposure of this pattern on a substrate according to a projection optical system, control of an opening or/and transmissivity is possible for each [which constitutes this optical integrator near the entrance plane of this optical integrator, or/and the emission face] microlens of every, And it has an adjustment device which can be inserted and detached from the inside of an optical path, has the light intensity distribution of a predetermined value on the pupil surface of this projection optical system by this adjustment device in the central region, and is characterized by trying to have the light intensity distribution of two or more predetermined values in a position at equal intervals in the surrounding hoop direction of this central region.

[0016]Said especially (1-3-1) adjustment device is characterized by the ability to detach and attach freely from the inside of an optical path.

[0017](1-4) The light guide of the light flux from a light source means is carried out to an optical integrator via an optical system, The pattern on a negative side is illuminated by the light flux from the emission face of this optical integrator, When carrying out projection exposure of this pattern on a substrate according to a projection optical system, have a diaphragm means of aperture shape specific ahead of the entrance plane of this optical integrator, and by this diaphragm means on the pupil surface of this projection optical system, It has the light intensity distribution of a predetermined value in the central region, and is characterized by trying to have the light intensity distribution of two or more predetermined values in a position at equal intervals in the surrounding hoop direction of this central region.

[0018]It is characterized by the ability to detach and attach [that said (1-4-1) especially diaphragm means is movable to an optical axis direction, and] said (1-4-2) diaphragm means freely from the inside of an optical path.

[0019]In constituent features (1-1) - (1-4), (1-4-1) said optical system has an optical means which can change a focal distance (1-4-2) -- said optical system so that the luminescent surface of said light source means and the entrance plane of said optical integrator may serve as abbreviated conjugation relation, carrying out (1-4-3) -- other lens systems which differ in a zoom lens or a focal distance variable [optical means / said] in a focal distance, and exchangeable (1-4-4) -- said light source means is characterized by using the extra-high pressure mercury lamp etc.

[0020]The manufacturing method of the device of this invention is characterized by manufacturing using the exposure device of constituent features (2-1) (1-1) - (1-4) any 1 clause.

[0021]

[Mode for carrying out the invention]Drawing 1 is an outline block diagram showing Embodiment 1 of the exposure device of this invention, and is the example applied to the reduced type projected type exposure device called what is called a stepper.

[0022]The light-emitting part 1a is arranged near the 1st focus of the elliptical mirror 2 with light sources (light source means), such as a high-intensity ultrahigh pressure mercury lamp in which one in a figure emits ultraviolet rays, a far ultraviolet ray, etc. It is condensed by the elliptical mirror 2 and light emitted from the light source 1 forms the image (light-emitting part image) 1b of the light-emitting part 1a near [2a] the 2nd focus of the elliptical mirror 2.

[0023]3 is an optical system and has the lens system (the 1st condenser lens) 3a and two lens systems of lens system (2nd condenser lens) 3c, Image formation is carried out to the entrance plane 4a of the optical integrator 4 via the optical element 3b which mentions later the light-emitting part image 1b formed near [2a] the 2nd focus. The optical element 3b comprises 4 pyramid prism which can be inserted and detached from inside of an optical path, and is making a prescribed direction deflect an incoming beam.

[0024]The lens system 3c comprises as exchangeable or a zoom lens (optical means) variable in a focal distance as a lens system which differs in a focal distance of that it can insert and detach from inside of an optical path, and others. the optical system 3 is an injection side -- a call -- it is centric. The optical element 3b is located near the pupil surface of the optical system 3.

[0025]The optical integrator 4 arranges two or more microlenses in two dimensions, constitutes them, and forms a secondary light

source near [the] the projection surface 4b. 5 is a mirror for optical-path bending.

[0026]6 is a lens system, condenses the light flux from the projection surface 4b of the optical integrator 4 via the mirror 5, and is illuminating the reticle (negative) 7 which is the irradiated plane laid in the reticle stage.

[0027]8 is a projection optical system and is carrying out reduction projection of the pattern drawn on the reticle 7 on the 9th page of the wafer (substrate) laid in the wafer chuck. In this embodiment, the secondary light source near the projection surface 4b of the optical integrator 4 is formed near the pupil 8a of the projection optical system 8 of the lens system 6.

[0028]The projection surface 4b and the reticle side 7 of the optical integrator 4 serve as relation between an image and a pupil mutually. The light intensity distribution on the optical integrator 4 supports the intensity distribution characteristics by the angle of light flux on the 7th page of a reticle.

[0029]So, in this embodiment, according to directivity, a resolving line width, etc. of a pattern of the reticle 7, the prism of the optical element 3b is selectively changed into an optical path, and the focal distance of the lens system 3c is changed if needed. The light intensity distribution of secondary light source images formed in the pupil surface 8a of the projection optical system 8 by this is changed, various oblique incidence Lighting Sub-Division is created, and, in high resolution, **** is performing projection exposure.

[0030]Next, the light intensity distribution of the entrance plane 4a of the optical integrator 4 is changed by using the optical element 3b and the lens system 3c in this embodiment, and the changing method of the light intensity distribution of secondary light source images formed in the pupil surface 8a of the projection optical system 8 is explained.

[0031]In this embodiment, it has an effective light source of predetermined intensity near an optical axis center on the pupil surface 8a of the projection optical system 8. And as it had an effective light source (quadrupole Lighting Sub-Division) of the prescribed strength of plurality (four) in two or more positions at equal intervals by the circumferential direction of a predetermined radius centering on the optic axis, the 7th page of reticle top was illuminated, and this has attained the illumination A.

[0032]In order to obtain the illumination A in this embodiment, the optical element 3b which grows into the position which becomes a relation of a pupil to the optical integrator 4 between the light source 1 and the optical integrator 4 from 4 pyramid prism is inserted. The angle of a beam of light is controlled by it, and the method of changing the focal distance of the lens system 3c, and adjusting the illuminance distribution on the entrance plane 4a (projection surface 3b) of the optical integrator 4 is taken.

[0033]The optical element 3b which drawing 2 provides between the lens system 3a and the optical integrator 4 in this embodiment, It is an explanatory view of the light intensity distribution (illuminance distribution) which constitutes the lens system 3c from a zoom lens or an exchangeable lens system, and is formed in an optical path when many things are changed, and the entrance plane 4a (projection surface 4b) of the optical integrator 4 in the focal distance.

[0034]In this embodiment, the light intensity distribution of the projection surface 4b of the optical integrator 4 is changed, and the light intensity distribution on the pupil surface 8a of the projection optical system 8 in it and conjugation relation is changed. The lens system 3c is making secondary light source images formed in the projection surface 4b of the optical integrator 4 of zooming expand and reduce.

[0035]Drawing 2 (A) shows the state of usual Lighting Sub-Division which is not inserting the optical element (prism) 3b. Since the entrance plane 4a of the light source 1 and the optical integrator 4 is in abbreviated conjugation relation, image formation of the luminance distribution of the light source 1 is carried out as an image on the optical integrator 4, and it is illuminance distribution as it is. Since the luminance distribution of the light source 1 is usually expressed with Gaussian distribution, on the optical integrator 4, the light intensity distribution of the Gaussian distribution form which has a peak in a center is acquired.

[0036]It is shown that drawing 2 (B) can expand or reduce the image of the light source which carried out image formation on the optical integrator 4 by adjusting the focal distance of the lens system 3c.

[0037]Drawing 2 (C) shows the state where the 4 pyramid-shaped prism three b1 was inserted in the position which will be in the state of drawing 2 (A) on a pupil to the optical integrator 4. In this state, a beam of light is bent in respect of [of four-sided pyramids] each, and four peaks of light intensity appear on the optical integrator 4. Also in this case, each peak is carrying out Gaussian distribution form like drawing 2 (A).

[0038]That is, since the foot of each Gaussian distribution has lapped, near an effective light source center and in the field between peaks, light intensity is not 0. In such an effective light source configuration, the illumination system A is constituted by adjusting the position (distance from the center of a peak) of a peak and main illumination, and the illumination between peaks to a suitable value.

[0039]In this embodiment, in order to adjust main illumination and the illumination between peaks, the angle of prism is changed. Drawing 2 (D) shows the state where the prism three b2 with a smaller (the height from the bottom to the peak is low) angle was installed. If the prism with which angles differ is installed, the angle at which a beam of light bends will change, and the distance of each light intensity peaks will change (however, the form of each peak is approximately regulated). If it does so, the lap condition of the foot of each peak will change, namely, the illumination between an effective light source center and a peak will also change. For example, since the distance of the peaks of intensity distribution has the near direction in the case of drawing 2 (D) when drawing 2 (C) is compared with drawing 2 (D), main illumination and the illumination between peaks are high.

[0040]In this embodiment, the value of the illumination between a suitable center and a peak has been obtained by allocating the prism of an angle suitable as an optical element using such character.

[0041]Next, in order to adjust the position of a peak, the zoom mechanism of the lens system 3c is used. The distance from the center of the peak of Gaussian distribution is changed without changing most of main illumination and the illumination between peaks by adjusting the lens system 3c, as shown in drawing 2 (E).

[0042]Drawing 2 (F) shows the state where the prism three b3 of the form which was similar to **** dropping ***** or it in each ridge line and vertical angle of 8 pyramid form or 4 pyramid form was used as an optical element.

[0043]As form of prism, a thing as shown, for example in drawing 3 is mentioned. Even if it uses the prism of such form, the illumination system A can be constituted.

[0044]In this case, like the prism of the above-mentioned 4 pyramid form, main illumination and the illumination between peaks are not adjusted in the lap condition of the foot of the mountain of light intensity, but the independent peak other than the four above-mentioned peaks is made in the position between an effective light source center and a peak, and it becomes a system which adjusts each illumination by that intensity. The beam of light bent in respect of [abbreviated 8 pyramid-shaped] each is making each peak. That is, each field of abbreviated 8-sided pyramids supports the peak of each light intensity on the optical integrator 4. And the

intensity of each peak is decided by quantity of the light which passed through the field. In this case, the optic axis of a part and the vertical illuminance distribution which insert the surface ratio and the prism of each field of prism determine an effective light source configuration.

[0045] In this embodiment, main illumination and the illumination between peaks are stored within the limits of the suitable value by choosing suitable-shaped prism and making into a suitable value light volume which passes through the field.

[0046] The illumination system A which has desired illuminance distribution on the pupil surface of a projection optical system consists of these embodiments by changing the focal distance of the lens system 3c as mentioned above, using polygonal-pyramid prism, such as 4-pyramid-shaped prism and 8 pyramid type prism, as an optical element. Since the prism as an optical element in this embodiment can be inserted and detached from an optical path, it can switch easily [other illumination, for example, usual Lighting Sub-Division, zona-orbicularis Lighting Sub-Division, etc.].

[0047] It may be made to have a means to move a light source position to an optical axis direction, as the method of fine adjustment [sake / even if it used prism, when desired main illumination and the illumination between peaks are not obtained]. Since luminance distribution can be changed and the form (for example, half breadth etc.) of Gaussian distribution can be changed by moving a light source to an optical axis direction, main illumination and the illumination between peaks may be adjusted by it.

[0048] Next, Embodiment 2 of this invention is described. In this embodiment, compared with Embodiment 1, it differs in that the illumination system A is constituted using a transmittance control means by which transmissivity differs selectively instead of prism as an optical element, and other composition is the same.

[0049] The ND filter which had the transmissivity distribution which can be inserted and detached from an optical path, and from which transmissivity differs selectively just behind the projection surface 4b of the optical integrator 4 of drawing 1 is allocated, and this constitutes the illumination system A from this embodiment. Usually, although the illuminance distribution on the optical integrator 4 is Gaussian distribution form or uniform form, it performs transmittance control in the Gaussian distribution form, and is making the illuminance distribution of the illumination system A. A thing like drawing 4 (B) is used for the transmissivity distribution form of ND filter 41 at this time, for example.

[0050] The numerical value of drawing 4 (B) expresses transmissivity (%). Drawing 4 (A) shows the illuminance distribution of the shape of Gaussian distribution on the optical integrator 4. By using together ND filter 41 which had transmissivity distribution like drawing 4 (B) in such illuminance distribution, the effective light source of illuminance distribution like drawing 4 (C) is formed on the pupil 8a of the projection optical system 8.

[0051] Although a transmission region of ND filter 41 in this embodiment is mainly divided into nine fields and form which has peculiar transmissivity for every field is carried out, transmissivity may change continuously. Even when the original form of an effective light source is not Gaussian distribution, it can respond by making transmissivity distribution of ND filter 41 into another form. Since this filter can also be inserted and detached from an optical path, a change with zona-orbicularis Lighting Sub-Division, other illumination, for example, usual Lighting Sub-Division, etc. can be performed easily. A part which inserts this filter may be just before an entrance plane of the optical integrator 4.

[0052] Next, Embodiment 3 of this invention is described. It differs in that the illumination system A is constituted using an adjustment device which adjusts an opening diameter and transmission intensity to every piece [at least] of each microlens which constitutes an optical integrator from this embodiment instead of prism as an optical element compared with Embodiment 1 of drawing 1. Other composition is the same.

[0053] The optical integrator 4 usually has composition which arranged two or more microlenses 51 in two dimensions, and combined them, as shown in drawing 5. The quantity of the light ejected from each microlens 51 which constitutes the optical integrator 4 from this embodiment is separately adjusted with an adjustment device, and illuminance distribution of the optical integrator 4 whole is made into the form of the illumination system A as a result.

[0054] According to this embodiment, the filter 61 which can be inserted and detached, for example from an optical path like drawing 6 is allocated just behind the projection surface 4b of the optical integrator 4 of drawing 1. The filter 61 of drawing 6 of the effective area product in the position which should have four peaks in the illumination system A is large, and the effective area product in the position near an effective light source center and between a peak is small. Naturally the light volume from a large effective area product is large, and the light volume from a small effective area product is small. The illuminance distribution of the illumination system A has been acquired by equipping with this filter 61 on the optical integrator 61.

[0055] Also in this case, no matter the original effective light source configuration may be what form, the effective light source of the illumination system A can be obtained by adjusting the size of each effective area product. Not only a rectangle but what kind of form may be sufficient also as the form of an opening. Since this filter can be inserted and detached from an optical path also in this case, the change with zona-orbicularis Lighting Sub-Division, other illumination, for example, usual Lighting Sub-Division, etc. can be performed easily. The part which inserts this filter may be just before the entrance plane of an optical integrator.

[0056] Drawing 7 is some important section schematic views of the optical system of Embodiment 4 of this invention. This embodiment allocates in four corners as shown in drawing 8 ahead of the optical integrator 4 instead of the prism as an optical element the aperture diaphragm 71 which has an opening compared with Embodiment 1 of drawing 1, it differs in that the illumination system A is constituted, and other composition is the same.

[0057] According to this embodiment, the aperture diaphragm 71 which had specific aperture shape in the front of the optical integrator 4 and the place which kept its distance to some extent is allocated. As form of the aperture diaphragm 71, what has a shielding region of a cross-joint form as shown in drawing 8 is used.

[0058] According to this embodiment, its distance is kept a little and the aperture diaphragm 71 is allocated, just before being the entrance plane 4a of the optical integrator 4. If it places immediately before, the portion 72 of a cross-joint form will be shaded thoroughly, but a center section is also no longer the illumination 0 by the light around which it will turn if distance is set and installed for a while. And as it has a means to move this aperture diaphragm 71 to an optical axis direction, an aperture diaphragm is moved to an optical axis direction, and he is trying to adjust main illumination and the illumination between peaks.

[0059] If it is considered as a suitable part to allocate this aperture diaphragm 71, there is the neighborhood of the 2nd focal plane 2a of the elliptical mirror 2. Since the 2nd focal plane 2a of an elliptical mirror and the entrance plane 4a of the optical integrator 4 are in abbreviated conjugation relation, image formation of the image of the aperture diaphragm 71 put on the 2nd focal plane 2a of the

elliptical mirror 2 is carried out on the optical integrator 4. Since the image on the optical integrator 4 fades when moving the aperture diaphragm 71 to an optical axis direction similarly at this time, this is adjusting main illumination and the illumination between peaks. [0060] In this invention, the method of each above embodiment is used independently, and also it may combine mutually, and may overlap and use. In these Embodiments 1-4, it is applicable also like the exposure device which used g line and a KrF line other than the exposure device which used i line.

[0061] Next, the embodiment using the projection aligner which explained [above-mentioned] of the manufacturing method of a semiconductor device is described.

[0062] Drawing 9 shows the flow of manufacture of semiconductor devices (semiconductor chips, such as IC and LSI, or a liquid crystal panel, CCD, etc.).

[0063] The circuit design of a semiconductor device is performed at Step 1 (circuit design). The mask in which the designed circuit pattern was formed is manufactured at Step 2 (mask manufacture).

[0064] On the other hand, at Step 3 (wafer manufacture), a wafer is manufactured using materials, such as silicon. Step 4 (wafer process) is called a previous process, and forms a actual circuit on a wafer with a lithography technology using said prepared mask and a wafer.

[0065] The following step 5 (assembly) is called a post process, is a process semiconductor-chip-ized using a wafer produced by Step 4, and includes processes, such as an assembly process (dicing, bonding) and a packaging process (chip enclosure).

[0066] At Step 6 (inspection), an operation confirming test of a semiconductor device produced at Step 5, an endurance test, etc. are inspected. A semiconductor device is completed through such a process and this is shipped (Step 7).

[0067] Drawing 10 shows a detailed flow of the above-mentioned wafer process. The surface of a wafer is oxidized at Step 11 (oxidation). An insulator layer is formed in a wafer surface at Step 12 (CVD).

[0068] At Step 13 (electrode formation), an electrode is formed by vacuum evaporation on a wafer. Ion is driven into a wafer at Step 14 (ion implantation). A sensitizing agent is applied to a wafer at Step 15 (resist process). At Step 16 (exposure), printing exposure of the circuit pattern of a mask is carried out with said explained exposure device at a wafer.

[0069] The exposed wafer is developed at Step 17 (development). Portions other than the developed resist are shaved off at Step 18 (etching). The resist which etching ended and became unnecessary is removed at Step 19 (resist removing). A circuit pattern is formed on a wafer by carrying out by repeating these steps multiplex.

[0070] If the manufacturing method of this embodiment is used, the semiconductor device which is the degree of high integration for which manufacture was difficult can be manufactured easily conventionally.

[0071]

[Effect of the Invention] Aiming at simplification of the whole illumination-light study system, and effective use of illumination luminous flux, when the light source means which emits incoherent lights, such as an extra-high pressure mercury lamp, by setting up each element as mentioned above is used according to this invention. The pattern on a reticle side (on 1 negative) can be illuminated appropriately, and the manufacturing method of the exposure device with which high resolution was acquired easily, and the device using it can be attained.

[0072] High resolving power and the depth of focus can be raised without generating most problems by oblique incidence Lighting Sub-Division especially.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] The important section schematic view of Embodiment 1 of this invention
[Drawing 2] The explanatory view of some optical paths of drawing 1, and the light intensity distribution on an optical integrator
[Drawing 3] The explanatory view of the optical element concerning this invention
[Drawing 4] The explanatory view of the transmittance control means concerning this invention
[Drawing 5] The explanatory view of an optical integrator
[Drawing 6] The explanatory view of the adjustment device concerning this invention
[Drawing 7] The important section schematic view of Embodiment 4 of this invention
[Drawing 8] The explanatory view of the diaphragm means concerning Embodiment 4 of this invention
[Drawing 9] The flow chart of the manufacturing method of the device of this invention
[Drawing 10] The flow chart of the manufacturing method of the device of this invention
[Drawing 11] The explanatory view of the effective light source image in zona-orbicularis Lighting Sub-Division
[Drawing 12] The explanatory view of the effective light source image in quadrupole Lighting Sub-Division
[Drawing 13] The explanatory view of the effective light source image in oblique incidence Lighting Sub-Division
[Drawing 14] The explanatory view of the resolution and the depth of focus in oblique incidence Lighting Sub-Division

[Explanations of letters or numerals]

- 1 Light source means
2 Elliptical mirror
3 Optical system
3a Lens system
3b, three b1, three b2, and three b3 Optical element
3c Optical means
4 Optical integrator
5 Mirror
6 Lens system
7 Reticle (negative)
8 Projection optical system
9 Substrate (wafer)
41 Transmittance control means
61 Adjustment device
71 Diaphragm means

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

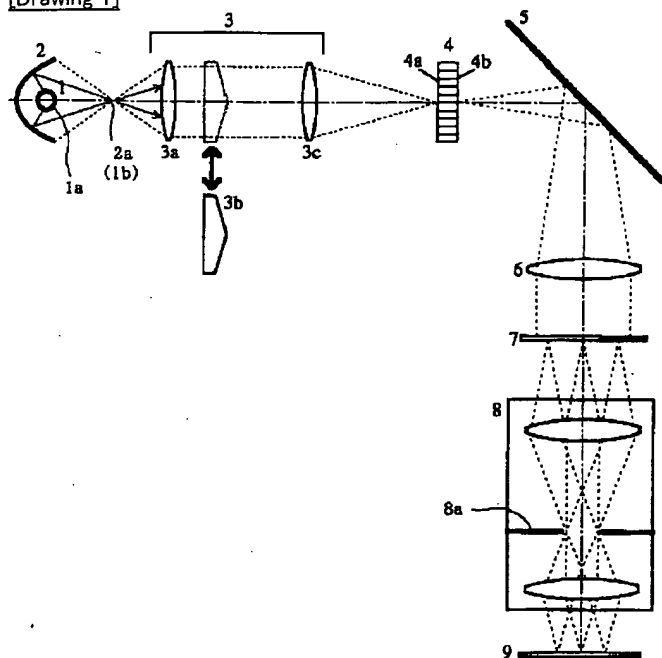
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

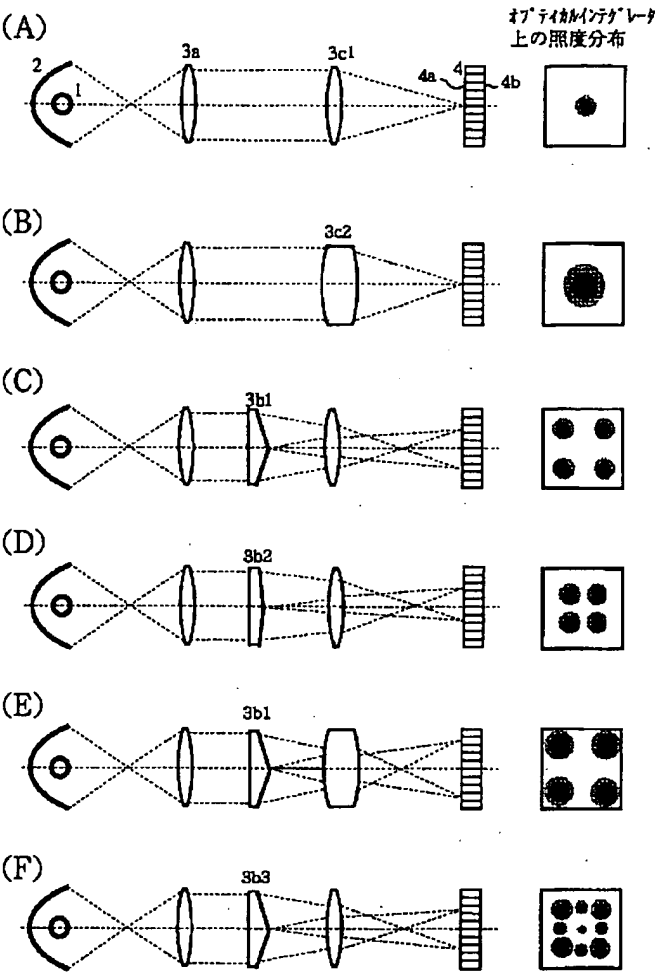
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

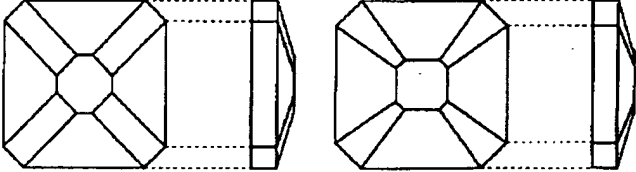
[Drawing 1]



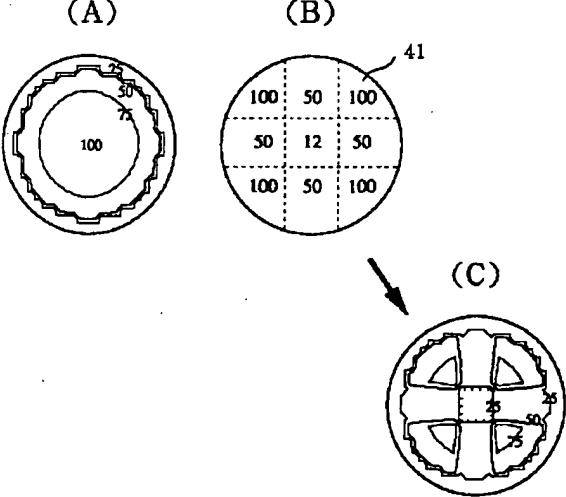
[Drawing 2]



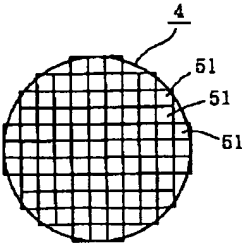
[Drawing 3]



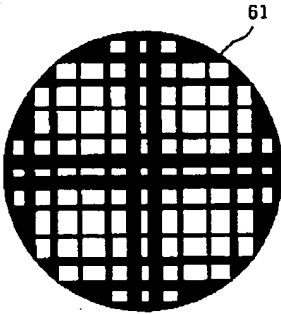
[Drawing 4]



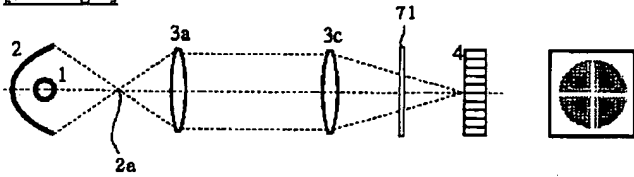
[Drawing 5]



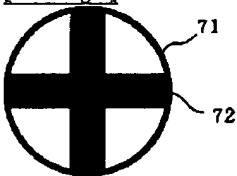
[Drawing 6]



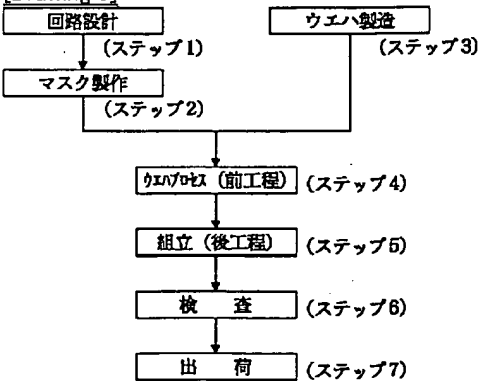
[Drawing 7]



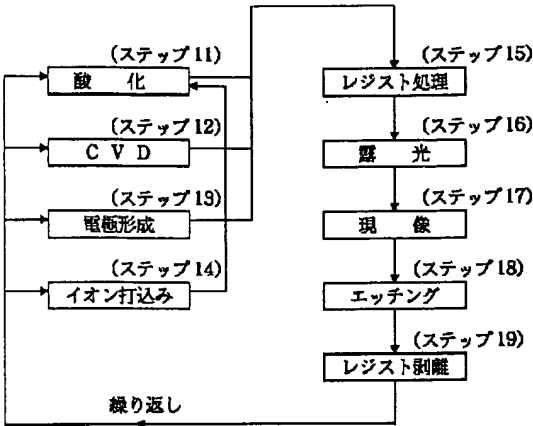
[Drawing 8]



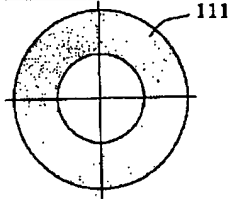
[Drawing 9]



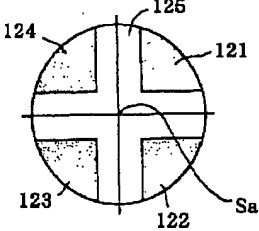
[Drawing 10]



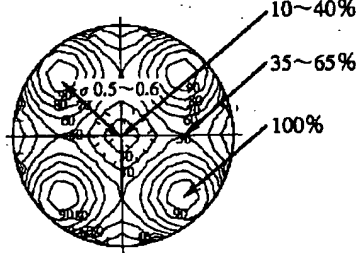
[Drawing 11]



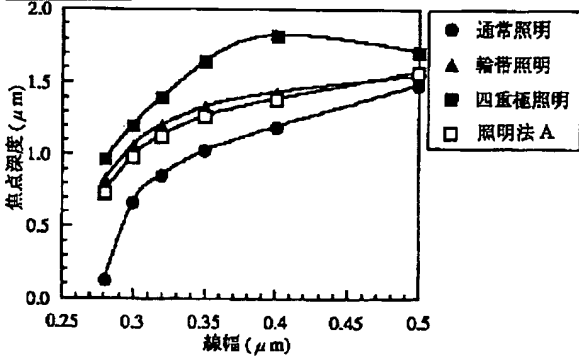
[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-219358

(43) 公開日 平成9年(1997)8月19日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 2 7
G 0 2 B 19/00			G 0 2 B 19/00	
27/00			G 0 3 F 7/20	5 2 1
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 2 B 27/00	V
			H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
審査請求 未請求 請求項の数17 F D (全 9 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-46644

(22) 出願日 平成8年(1996)2月7日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 住吉 雄平

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ

ヤノン株式会社小杉事業所内

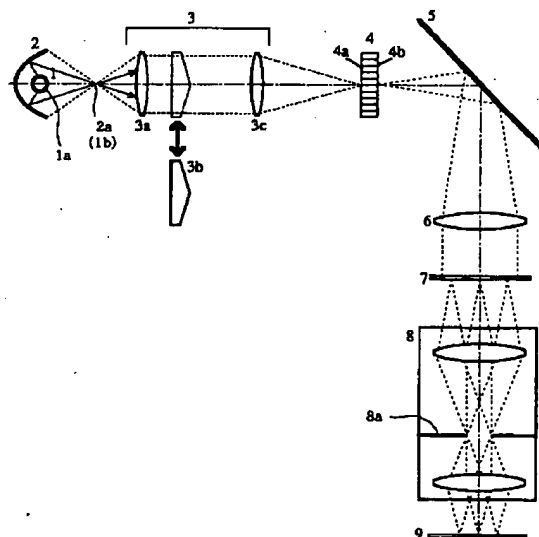
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 斜入射照明法を利用することにより原板上のパターンを基板上に高解像力で、しかも所定の焦点深度を有しつつ、投影露光することのできる露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を得ること。

【解決手段】 光源手段からの光束を光学系を介してオプティカルインテグレータに導光し、該オプティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該光学系は、該オプティカルインテグレータの入射面に対し瞳関係にある位置に光学素子を有し、該光学素子により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該光学系は該オブティカルインテグレータの入射面に対し瞳関係にある位置に光学素子を有し、該光学素子により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項2】 前記光学素子は4角錐状プリズム又は8角錐状プリズム又は4角錐状プリズムの各稜辺と頂角を削ぎ落した形状のプリズムより成っていることを特徴とする請求項1の露光装置。

【請求項3】 前記光学系は焦点距離が変換可能の光学手段を有していることを特徴とする請求項1の露光装置。

【請求項4】 前記光学素子は光路中より着脱自在であることを特徴とする請求項1の露光装置。

【請求項5】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレータの出射面近傍には部分的に透過率が異なっている透過率制御手段を有し、該透過率制御手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項6】 前記透過率制御手段は中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の領域の透過率が該中心領域の透過率に比べて大きいNDフィルターより成っていることを特徴とする請求項5の露光装置。

【請求項7】 前記透過率制御手段は光路中より着脱自在であることを特徴とする請求項1の露光装置。

【請求項8】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレータの入射面又は／及び出射面近傍には該オブティカルインテグレータを構成する各微小レンズ毎に開口又は／及び透過率の制御が可能な調整手段を有し、該調整手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項9】 前記調整手段は光路中より着脱自在であ

ることを特徴とする請求項8の露光装置。

【請求項10】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレータの入射面の前方には特定の開口形状の絞り手段を有し、該絞り手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項11】 前記絞り手段は光軸方向に移動可能であることを特徴とする請求項10の露光装置。

【請求項12】 前記絞り手段は光路中より着脱自在であることを特徴とする請求項10又は11の露光装置。

【請求項13】 前記光学系は焦点距離が変換可能な光学手段を有していることを特徴とする請求項5、6、8又は10の露光装置。

【請求項14】 前記光学系は前記光源手段の発光面と前記オブティカルインテグレータの入射面とが略共役関係となるようにしていることを特徴とする請求項1から13のいずれか1項記載の露光装置。

【請求項15】 前記光学手段は焦点距離が可変のズームレンズ又は焦点距離が異なる他のレンズ系と交換可能となっていることを特徴とする請求項1、2又は13の露光装置。

【請求項16】 前記光源手段は超高圧水銀ランプを用いていることを特徴とする請求項1から15のいずれか1項記載の露光装置。

【請求項17】 請求項1から16のいずれか1項記載の露光装置を用いてデバイスを製造していることを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法に関し、例えばIC、LSI、CCD、液晶パネル、磁気ヘッド等の各種のデバイスの製造装置である所謂ステッパーにおいて、光源手段からの露光光で照明したフォトマスクやレチクル等の原板（以下「レチクル」という。）上の回路パターンを感光剤を塗布したウエハ面上に投影転写し、デバイスを製造する際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】最近の半導体デバイスの製造技術においては、露光波長をg線からi線に変えて超高圧水銀灯を用いた露光法により解像力を向上させる試みが種々行われている。又エキシマレーザに代表される更に短い波長のパルス光を用いることにより解像力の向上を図る方法が種々と提案されている。

【0003】露光装置（方法）として解像線幅を小さく

していく手段としては高NA化と短波長化がある。高NA化によりNAに逆比例して解像線幅は小さくなっていくが、同時に焦点深度の方はNAの2乗に逆比例して更に小さくなっていく。焦点深度は大きいのが望ましいので高NA化には、おのずと限界がある。

【0004】これに対して本出願人はレチクル面上への照明方法を種々変えることにより、即ち投影光学系の瞳面上に形成される0次光の光強度分布（有効光源分布）を変えることにより、より解像力を高めた露光方法及びそれを用いた投影露光装置を、例えば、特開平4-267515号公報や特開平5-47628号公報で提案している。

【0005】これらで提案されている照明方法は所謂斜入射照明と呼ばれ、その中でも特に輪帯照明と4重極照明が良く知られている。輪帯照明法(Annular)は、図11に示すようなドーナツ形状111の有効光源形状を投影光学系の瞳面上に有する。これは細い線幅に対して結像に寄与しない有効光源の中心付近の光を絞り等を用いてカットすることにより、解像力を向上させようとする技術である。又、4重極照明は、図12に示すように光軸Saを中心として所定の半径を有する円周方向の位置に4つの所定強度の有効光源121~124を投影光学系の瞳面上に有する。有効光源中心付近の光に加えて十字形領域125の光もカットすることにより、縦横方向の 패턴の解像力と焦点深度を飛躍的に向上させている。一般にICやLSIの回路パターンはほとんどの場合、縦横方向に辺をもつ図形で構成されており、斜め方向に辺をもつパターンは少ないので、このような照明方法は特に有効である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】変形照明法（斜入射照明方法）は解像力を高め、又は焦点深度も比較的長くすることができるという特徴があるが、反面、次のような問題点がある。

- ・近接するパターンがくっつきやすい。
- ・孤立するパターンが細くなりやすい。
- ・通常照明よりも照度が低下する。
- ・パターンの粗密性や方向性に制限がある。特に4重極照明は斜めパターンの解像力が低い。

【0007】これらの問題点を解決する為に、本出願人は特開平5-47639号公報で4重極照明の有効光源分布に有効光源中心付近及び十字形領域の光をある程度加えてやることにより、なだらかな4重極に類似の有効光源を形成する照明方法を提案している。

【0008】図13はこのときの有効光源の形状の模式図である。この照明法（以下「照明法A」と呼ぶ）は変形照明の持つ欠点をほとんど発生することなく、しかも図14に示すように通常照明よりも焦点深度が向上し、輪帯照明と略同等の焦点深度を得ている。尚、この照明法Aにおいては、有効光源中心付近の照度はピークの光

強度に対して10~40%程度、ピークとピーク間の照度（ピーク間照度）はピークに対して35~65%程度、又ピークの位置（有効光源中心からピークまでの距離）は $\sigma 0.5 \sim 0.6$ 程度で良い結果が得られている。

【0009】本出願人による先の照明法Aは光源としてエキシマレーザを用い、光線を複数本の光線に一旦分割し、再び重ね合わせるというインコヒーレント化光学系を利用している。

【0010】本発明は本出願人による先の照明法Aを更に改良し、特に超高压水銀ランプ等のインコヒーレントな光を放射する光源手段を用いた場合に照明光学系全体の簡素化及び照明光束の有効利用を図りつつ、レチクル面上（1原板上）の 패턴を適切に照明し、高い解像力が容易に得られるようにした露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法の提供を目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の露光装置は、
（1-1）光源手段からの光束を光学系を介してオプティカルインテグレートに導光し、該オプティカルインテグレートの出射面からの光束で原板面上の 패턴を照明し、該 패턴を投影光学系により基板上に投影露光する際、該光学系は該オプティカルインテグレートの入射面に対し瞳関係にある位置に光学素子を有し、該光学素子により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

【0012】特に、（1-1-1）前記光学素子は4角錐状プリズム又は8角錐状プリズム又は4角錐状プリズムの各稜辺と頂角を削ぎ落した形状のプリズムより成っていること、（1-1-2）前記光学系は焦点距離が変換可能の光学手段を有していること、（1-1-3）前記光学素子は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0013】（1-2）光源手段からの光束を光学系を介してオプティカルインテグレートに導光し、該オプティカルインテグレートの出射面からの光束で原板面上の 패턴を照明し、該 패턴を投影光学系により基板上に投影露光する際、該オプティカルインテグレートの出射面近傍には部分的に透過率が異なっている透過率制御手段を有し、該透過率制御手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

【0014】特に、（1-2-1）前記透過率制御手段は中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の領域の透過率が該中心領域の透過率に比べて大きいNDフィルタより成っていること、（1-2-2）前記透過率

制御手段は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0015】(1-3)光源手段からの光束を光学系を介してオプティカルインテグレートに導光し、該オプティカルインテグレートの射出面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オプティカルインテグレートの入射面又は／及び射出面近傍には該オプティカルインテグレートを構成する各微小レンズ毎に開口又は／及び透過率の制御が可能で、かつ光路中より挿脱可能な調整手段を有し、該調整手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

【0016】特に(1-3-1)前記調整手段は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0017】(1-4)光源手段からの光束を光学系を介してオプティカルインテグレートに導光し、該オプティカルインテグレートの射出面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オプティカルインテグレートの入射面の前方には特定の開口形状の絞り手段を有し、該絞り手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

【0018】特に、(1-4-1)前記絞り手段は光軸方向に移動可能であること、(1-4-2)前記絞り手段は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0019】又、構成要件(1-1)～(1-4)において、(1-4-1)前記光学系は焦点距離が変換可能な光学手段を有していること(1-4-2)前記光学系は前記光源手段の発光面と前記オプティカルインテグレートの入射面とが略共役関係となるようにしていること(1-4-3)前記光学手段は焦点距離が可変のズームレンズ又は焦点距離が異なる他のレンズ系と交換可能となっていること(1-4-4)前記光源手段は超高圧水銀ランプを用いていること等を特徴としている。

【0020】本発明のデバイスの製造方法は、(2-1)構成要件(1-1)～(1-4)のいずれか1項の露光装置を用いて製造していることを特徴としている。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は本発明の露光装置の実施形態1を示す概略構成図であり、所謂ステッパーと呼ばれる縮小型の投影型露光装置に適用した例である。

【0022】図中1は紫外線や遠紫外線等を放射する高輝度の超高圧水銀灯等の光源(光源手段)でその発光部1aは楕円ミラー2の第1焦点近傍に配置している。光源1より発した光が楕円ミラー2によって集光され、楕

円ミラー2の第2焦点近傍2aに発光部1aの像(発光部像)1bを形成している。

【0023】3は光学系であり、レンズ系(第1コンデンサーレンズ)3aとレンズ系(第2コンデンサーレンズ)3cの2つのレンズ系を有しており、第2焦点近傍2aに形成した発光部像1bを後述する光学素子3bを介してオプティカルインテグレート4の入射面4aに結像している。光学素子3bは光路中より挿脱可能な4角錐プリズムより成り、入射光束を所定方向に偏向させている。

【0024】レンズ系3cは光路中より挿脱可能で他の焦点距離の異なるレンズ系と交換可能又は焦点距離が可変のズームレンズ(光学手段)より成っている。光学系3は射出側でテレセントリックとなっている。光学素子3bは光学系3の瞳面近傍に位置している。

【0025】オプティカルインテグレート4は複数の微小レンズを2次元的に配列して構成しており、その射出面4b近傍に2次光源を形成している。5は光路折り曲げ用のミラーである。

【0026】6はレンズ系であり、オプティカルインテグレート4の射出面4bからの光束をミラー5を介して集光し、レチクルステージに載置した被照射面であるレチクル(原板)7を照明している。

【0027】8は投影光学系であり、レチクル7に描かれたパターンをウエハチャックに載置したウエハ(基板)9面上に縮小投影している。本実施形態ではオプティカルインテグレート4の射出面4b近傍の2次光源はレンズ系6により投影光学系8の瞳8a近傍に形成されている。

【0028】又、オプティカルインテグレート4の射出面4bとレチクル面7とは互いに像と瞳との関係となっている。オプティカルインテグレート4上の光強度分布はレチクル7面上では光束の角度による強度分布特性に対応している。

【0029】そこで本実施形態ではレチクル7のパターンの方向性及び解像線巾等に応じて光学素子3bのプリズムを選択的に光路中に切り変えると共に必要に応じてレンズ系3cの焦点距離を変化させている。これにより投影光学系8の瞳面8aに形成される2次光源像の光強度分布を変化させて種々な斜入射照明を作成して高解像度が可能な投影露光を行なっている。

【0030】次に本実施形態において光学素子3bとレンズ系3cとを利用することによりオプティカルインテグレート4の入射面4aの光強度分布を変更すると共に投影光学系8の瞳面8aに形成される2次光源像の光強度分布の変更方法について説明する。

【0031】本実施形態においては、投影光学系8の瞳面8a上で光軸中心付近に所定の強度の有効光源を有し、かつ光軸を中心として所定の半径の円周方向で等間隔の複数位置に複数(4つ)の所定強度の有効光源(4

重極照明)を有するようにしてレチクル7面上を照明し、これにより照明法Aを達成している。

【0032】本実施形態において照明法Aを得るには、光源1とオプティカルインテグレート4との間のオプティカルインテグレート4に対して瞳の関係になる位置に4角錐プリズムより成る光学素子3bを挿入し、それによって光線の角度を制御すると共にレンズ系3cの焦点距離を変えてオプティカルインテグレート4の入射面4a(射出面3b)上の照度分布を調整する方法をとっている。

【0033】図2は本実施形態において、レンズ系3aとオプティカルインテグレート4との間に設ける光学素子3bと、レンズ系3cをズームレンズ又は交換可能なレンズ系より構成して、その焦点距離を種々と変えたときの光路とオプティカルインテグレート4の入射面4a(射出面4b)に形成される光強度分布(照度分布)の説明図である。

【0034】本実施形態ではオプティカルインテグレート4の射出面4bの光強度分布を変えて、それと共役関係にある投影光学系8の瞳面8a上での光強度分布を変えている。レンズ系3cはズームリングによりオプティカルインテグレート4の射出面4bに形成される2次光源像を拡大及び縮小させている。

【0035】図2(A)は光学素子(プリズム)3bを挿入していない通常照明の状態を示している。光源1とオプティカルインテグレート4の入射面4aは略共役関係にあるので、光源1の輝度分布がオプティカルインテグレート4上に像として結像され、そのまま照度分布となっている。光源1の輝度分布は通常ガウス分布で表わされるので、オプティカルインテグレート4上には中心にピークを持つガウス分布形状の光強度分布が得られる。

【0036】図2(B)はレンズ系3cの焦点距離を調節することによって、オプティカルインテグレート4上に結像した光源の像を拡大又は縮小することができることを示している。

【0037】図2(C)は図2(A)の状態にオプティカルインテグレート4に対して瞳になる位置に4角錐形状のプリズム3b1を挿入した状態を示している。この状態では光線が4角錐のそれぞれの面で折り曲げられて、オプティカルインテグレート4上には光強度のピークが4つ現れる。この場合も図2(A)と同様に、各々のピークはガウス分布形状をしている。

【0038】即ち、各々のガウス分布の裾野同士が重なっているため、有効光源中心付近及びピーク間領域においても光強度は0ではない。このような有効光源形状において、ピークの位置(ピークの中心からの距離)及び中心の照度、ピーク間の照度を適切な値に調整することによって照明系Aを構成している。

【0039】本実施形態において、中心照度及びピーク

間の照度を調節する為にプリズムの角度を変化させている。図2(D)はより角度の小さい(より底面から頂点までの高さが低い)プリズム3b2を設置した状態を示している。角度の異なるプリズムを設置すると光線の折れ曲がる角度が変化し、各光強度ピーク同士の距離が変化する(しかし、各ピークの形状は略一定である)。そうすると、各ピークの裾野の重なり具合が変化することになり、即ち有効光源中心及びピーク間の照度も変化する。例えば図2(C)と図2(D)とを比較すると、図2(D)の場合の方が強度分布のピーク同士の距離が近いので、中心照度及びピーク間照度が高くなっている。

【0040】本実施形態ではこのような性質を利用して、光学素子として適切な角度のプリズムを配設することにより、適切な中心及びピーク間の照度の値を得ている。

【0041】次に、ピークの位置を調節する為にはレンズ系3cのズーム機構を利用している。レンズ系3cを調節することによって図2(E)に示すように中心の照度とピーク間の照度をほとんど変化させることなく、ガウス分布のピークの中心からの距離を変化させている。

【0042】図2(F)は光学素子として8角錐形状、或いは4角錐形状の各稜辺と頂角を削ぎ落した形状、又はそれに類似した形状のプリズム3b3を使用した状態を示している。

【0043】プリズムの形状としては、例えば図3に示したようなものが挙げられる。このような形状のプリズムを使用しても照明系Aを構成することができる。

【0044】この場合は、前述の4角錐形状のプリズムのように、光強度の山の裾野の重なり具合で中心照度及びピーク間照度を調節するのではなく、有効光源中心及びピーク間の位置に前述の4つのピークとは別の独立したピークを作り、その強度で各々の照度を調節する方式になる。各ピークは略8角錐形状のそれぞれの面で折り曲げられた光線が作っている。即ち、略8角錐の各々の面は、オプティカルインテグレート4上において、それぞれの光強度のピークに対応している。そして各々のピークの強度は、その面を通過した光の量によって決まる。この場合、プリズムの各面の面積比やプリズムを挿入する箇所の光軸と垂直方向の照度分布が有効光源形状を決定する。

【0045】本実施形態では適切な形状のプリズムを選び、その面を通過する光量を適切な値にすることによって、中心照度及びピーク間照度を適切な値の範囲内に収めている。

【0046】以上のように本実施形態では、光学素子として4角錐形状のプリズムや8角錐型プリズム等の多角錐プリズムを用い、又レンズ系3cの焦点距離を変えることによって投影光学系の瞳面上で所望の照度分布を有する照明系Aを構成している。尚、本実施形態における光学素子としてのプリズムは光路より挿脱可能となって

いるので、他の照明法、例えば通常照明や輪帯照明等にも簡単に切り換えることができる。

【0047】又、プリズムを使用しても所望の中心照度とピーク間照度が得られなかったときの為に微調整の方法として、光源位置を光軸方向に移動する手段を備えるようにしても良い。光源を光軸方向に動かすことにより輝度分布を変化させ、ガウス分布の形状（例えば半値幅など）を変化させることができるので、それによって中心照度及びピーク間照度を調節しても良い。

【0048】次に本発明の実施形態2について説明する。本実施形態では実施形態1に比べて、光学素子としてプリズムの代わりに部分的に透過率が異なる透過率制御手段を用いて照明系Aを構成している点が異なっており、その他の構成は同じである。

【0049】本実施形態では、図1のオブティカルインテグレート4の射出面4bの直後に光路より挿脱可能な部分的に透過率の異なる透過率分布を持ったNDフィルタを配設し、これにより照明系Aを構成している。通常、オブティカルインテグレート4上の照度分布はガウス分布形状又は均一な形状であるが、そのガウス分布形状に透過率制御を行って照明系Aの照度分布を作っている。このときのNDフィルタ41の透過率分布形状は、例えば図4(B)のようなものを用いている。

【0050】図4(B)の数値は透過率(%)を表わしている。図4(A)はオブティカルインテグレート4上のガウス分布状の照度分布を示している。このような照度分布に図4(B)のような透過率分布を持ったNDフィルタ41を併用することにより、投影光学系8の瞳8a上に図4(C)のような照度分布の有効光源を形成している。

【0051】本実施形態におけるNDフィルタ41の透過領域は主に9つの領域に分かれ、それぞれの領域毎に固有の透過率を持っているような形状をしているが、透過率は連続的に変化しても構わない。又、有効光源の元の形状がガウス分布でないような場合でも、NDフィルタ41の透過率分布を別の形状にすることによって対応できる。このフィルタも光路より挿脱可能であるので、他の照明法、例えば通常照明や輪帯照明等との切り換えが簡単に行える。又、このフィルタを挿入する箇所はオブティカルインテグレート4の入射面直前であっても良い。

【0052】次に本発明の実施形態3について説明する。本実施形態では図1の実施形態1に比べて、光学素子としてのプリズムの代わりにオブティカルインテグレート4を構成する各微小レンズの少なくとも1個1個に対して開口径や透過強度を調節する調整手段を利用して照明系Aを構成している点が異なっており、その他の構成は同じである。

【0053】オブティカルインテグレート4は、通常、図5に示すように、複数の微小レンズ51を2次元的に

配列し組み合わせた構成になっている。本実施形態ではオブティカルインテグレート4を構成する各微小レンズ51から射出される光の量を調整手段により個々に調整し、結果としてオブティカルインテグレート4全体の照度分布を照明系Aの形状にしている。

【0054】本実施形態では、図1のオブティカルインテグレート4の射出面4bの直後に、例えば図6のような光路より挿脱可能なフィルタ61を配設している。図6のフィルタ61は照明系Aにおける4つのピークがあるべき位置にある開口面積は大きく、有効光源中心付近やピーク間の位置にある開口面積は小さくなっている。当然、大きい開口面積からの光量は大きく、小さい開口面積からの光量は小さい。オブティカルインテグレート61上にこのフィルタ61を装着することにより照明系Aの照度分布を得ている。

【0055】この場合も、元の有効光源形状がどんな形状であっても、各開口面積の大きさを調整することにより照明系Aの有効光源を得ることができる。開口の形状も長方形に限らず、どんな形状でも良い。この場合も、このフィルタは光路より挿脱可能であるので、他の照明法、例えば通常照明や輪帯照明等との切り換えが簡単に行える。又、このフィルタを挿入する箇所はオブティカルインテグレート4の入射面直前でも構わない。

【0056】図7は本発明の実施形態4の光学系の一部の要部概略図である。本実施形態は図1の実施形態1に比べて、光学素子としてのプリズムの代わりにオブティカルインテグレート4の前方に図8に示すような4隅に開口を有する開口絞り71を配設して、照明系Aを構成している点が異なっており、その他の構成は同じである。

【0057】本実施形態では、オブティカルインテグレート4の前方、ある程度距離をおいた所に特定の開口形状を持った開口絞り71を配設する。開口絞り71の形状としては、図8に示すような十字形の遮光領域を有するものを用いている。

【0058】本実施形態では、開口絞り71をオブティカルインテグレート4の入射面4aの直前ではなく、少し距離をおいて配設する。直前に置いてしまうと、十字形の部分72は完全に遮光されてしまうが、少し距離をおいて設置すると回り込む光によって中心部分も照度0ではなくなる。そして、この開口絞り71を光軸方向に動かす手段を備えるようにして、開口絞りを光軸方向に動かして中心照度やピーク間照度を調節するようにしている。

【0059】この開口絞り71を配設するのに適切な箇所としては、この他に、楕円ミラー2の第2焦点面2aの近傍がある。楕円ミラーの第2焦点面2aとオブティカルインテグレート4の入射面4aは略共役関係にあるので、楕円ミラー2の第2焦点面2aに置かれた開口絞り71の像はオブティカルインテグレート4上に結像さ

れる。このときも同じように開口絞り71を光軸方向に動かすことにより、オプティカルインテグレート4上の像がぼけるので、それにより中心照度とピーク間照度を調節している。

【0060】本発明においては、以上の各実施形態の方法を独立に用いる他に互いに組み合わせて重複して用いても良い。又、本実施形態1〜4ではi線を用いた露光装置の他にg線やKrF線を用いた露光装置にも同様に適用することができる。

【0061】次に上記説明した投影露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施形態を説明する。

【0062】図9は半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、或いは液晶パネルやCCD等）の製造のフローを示す。

【0063】ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0064】一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、前記用意したマスクとウエハを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。

【0065】次のステップ5（組立）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。

【0066】ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0067】図10は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。

【0068】ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では前記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。

【0069】ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングがすすんで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返して行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0070】本実施形態の製造方法を用いれば、従来は

製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを容易に製造することができる。

【0071】

【発明の効果】本発明によれば以上のように各要素を設定することにより、超高圧水銀ランプ等のインコヒーレントな光を放射する光源手段を用いた場合に照明光学系全体の簡素化及び照明光束の有効利用を図りつつ、レチクル面上（1原板上）のパターンを適切に照明し、高い解像力が容易に得られるようにした露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を達成することができる。

【0072】特に、斜入射照明による問題点を殆ど発生させずに高解像力及び焦点深度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の要部概略図

【図2】 図1の一部分の光路とオプティカルインテグレート4上の光強度分布の説明図

【図3】 本発明に係る光学素子の説明図

【図4】 本発明に係る透過率制御手段の説明図

【図5】 オプティカルインテグレート4の説明図

【図6】 本発明に係る調整手段の説明図

【図7】 本発明の実施形態4の要部概略図

【図8】 本発明の実施形態4に係る絞り手段の説明図

【図9】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【図10】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【図11】 輪帯照明における有効光源像の説明図

【図12】 4重極照明における有効光源像の説明図

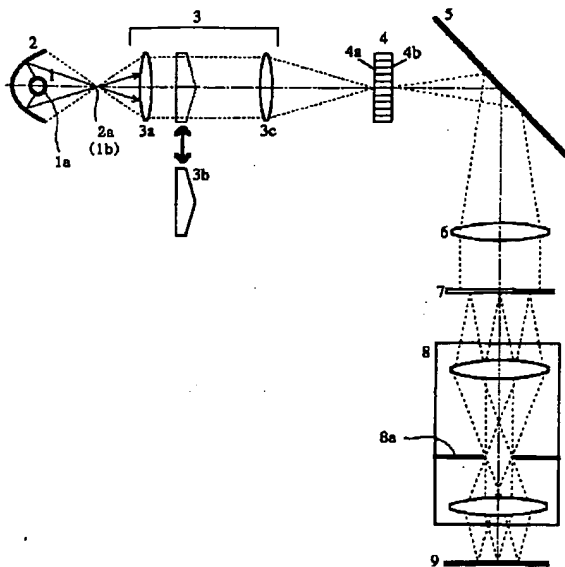
【図13】 斜入射照明における有効光源像の説明図

【図14】 斜入射照明における解像線幅と焦点深度との説明図

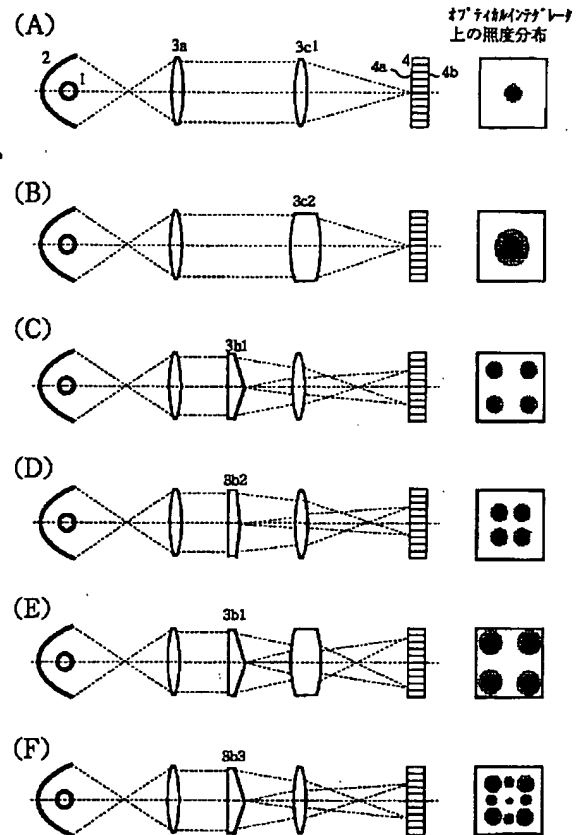
【符号の説明】

- 1 光源手段
- 2 楕円ミラー
- 3 光学系
- 3a レンズ系
- 3b, 3b1, 3b2, 3b3 光学素子
- 3c 光学手段
- 4 オプティカルインテグレート
- 5 ミラー
- 6 レンズ系
- 7 レチクル（原板）
- 8 投影光学系
- 9 基板（ウエハ）
- 41 透過率制御手段
- 61 調整手段
- 71 絞り手段

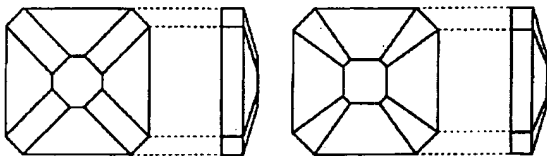
【図1】



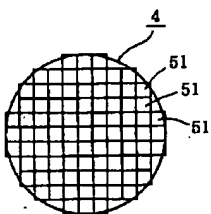
【図2】



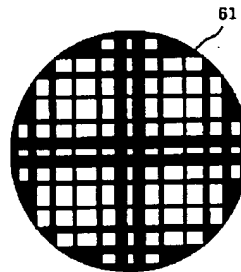
【図3】



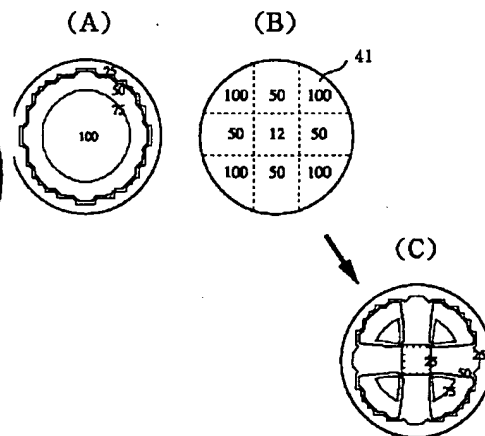
【図5】



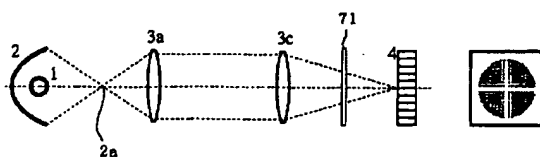
【図6】



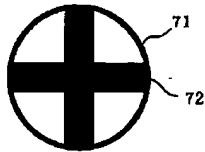
【図4】



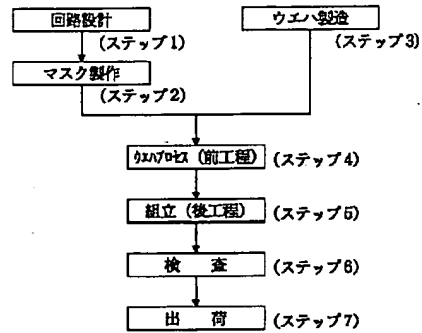
【図7】



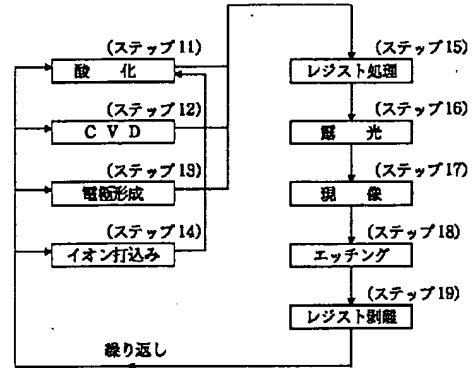
【図8】



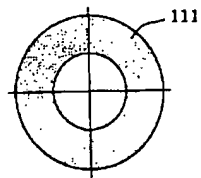
【図9】



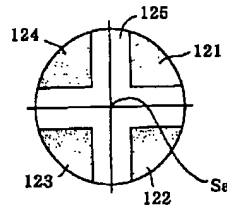
【図10】



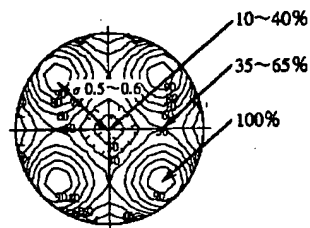
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

